

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2
6-11-99
T. Taylor

1C525 U.S. PTO

09/272303



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1998年 3月20日

出願番号
Application Number:

平成10年特許願第072325号

出願人
Applicant(s):

日本電信電話株式会社

TOMARU

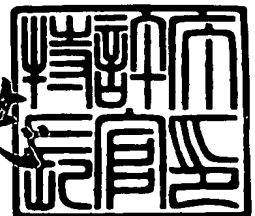
TANI 32307-147426

3-19-99

1999年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3006744

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH097421

【提出日】 平成10年 3月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/10
G02F 1/00

【発明の名称】 光導波路およびその作製方法

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 圓佛 晃次

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 都丸 暁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 疋田 真

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 今村 三郎

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077481

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 和夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013424

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701393

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路およびその作製方法

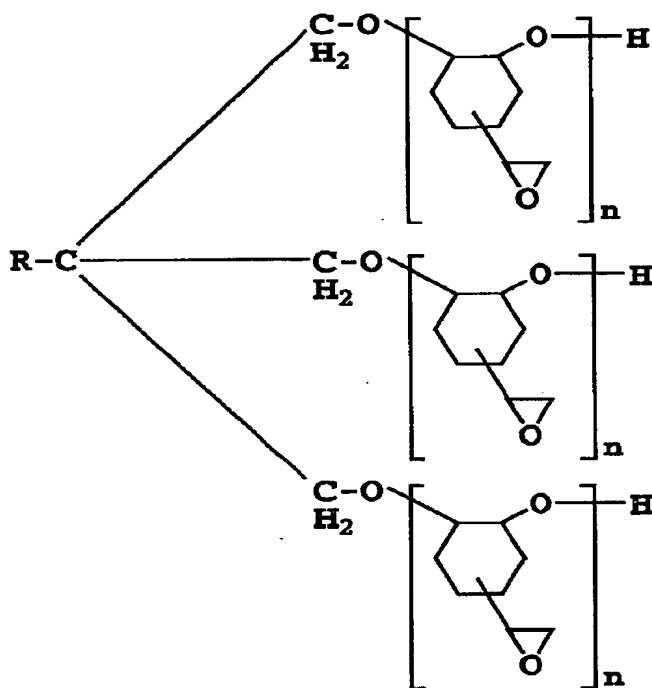
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エポキシ環を少なくとも一つ以上含む反応性オリゴマーを成分として含みかつ粘度が 500 cps から 10,000 cps に調整された感光性物質を紫外線硬化させて得られる高分子膜をコアあるいはクラッド部に用いることを特徴とする光導波路。

【請求項 2】 前記感光性物質が下記一般式 (I) で表される反応性オリゴマーを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の光導波路。

一般式 (I)

【化 1】



(ただし、 $\text{R} = \text{C}_m \text{X}_{2m+1}$ で表され、 n, m は自然数であり、 X は水素、重水素またはハロゲン基を示す。)

【請求項 3】 請求項 1 に記載の感光性物質、あるいは、一般式 (I) で表される反応性オリゴマーを含む感光性物質を硬化させてクラッドを形成し、次に硬化した際に屈折率が前記クラッドに比して高くなるように調整された請求項 1 に記載の感光性物質、あるいは、一般式 (I) で表される反応性オリゴマーを含

む感光性物質を層状に形成し、これにマスクを通してあるいは直接集光された光を照射してパターン上に潜像を形成し、その後未照射部を溶媒にて除去することによりパターンを形成しこの部分を光が通るコア部分とし、次にその上部に硬化した際に前記コア部より屈折率が低くなるように調整された請求項1に記載の感光性物質、あるいは、一般式（I）で表される反応性オリゴマーを含む感光性物質を塗布して紫外線照射により上部クラッドを形成することを特徴とする光導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般光学や微小光学分野で、さらに光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光集積回路または光配線板等に利用できる光導波路と、その作製方法とに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光情報処理、光通信分野で用いる光導波路は、集積化、微小化、高機能化、低価格化をめざして、近年、検討が盛んになってきている。実際に、石英系光導波路が、光通信分野の一部では実用化されるに至っている（文献：河内 正夫，NTT R&D vol.43 No.11 p.101（1994））。また、安価な材料を用いて、簡便な作製法が選択できる高分子導波路の検討も盛んである。高分子材料からなる光導波路の作製方法としては、高分子材料の中にモノマーを含ませ、光照射によりモノマーと反応させて非照射部分との屈折率差を作るフォトリソグラフィあるいは選択光重合法（黒川ら、アプライドオプティックス17巻646ページ、1978年）、リソグラフィやエッチングなど半導体加工に用いる方法の適用（今村ら、エレクトロニクスレター、27巻1342ページ、1991年）があり、さらに、感光性高分子あるいはレジスタを用いた方法（トレウェラら、SPIE1177巻379ページ、1989年）がある。特に、感光性高分子を用いてコアリッジを形成して導波路を形成する方法は、その作製方法が簡便で低価格化には適しているが、感光性高分子の透明性が不十分で吸収損失が高かったり、作製されるコア

リッジ形状の均一性、再現性に問題があって、散乱損失が高くなることもあり、その導波路特性が石英系光導波路と同程度の性能を有する光導波路は作製されていなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、その課題は、高分子材料を用いて低価格化と高性能化を同時に満足する光導波路およびその作製方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる光導波路を概説すれば、以下のとおりである。

【0005】

(1) エポキシ環を少なくとも一つ以上含む反応性オリゴマーを成分の一つとし、粘度を500cpsから10,000cpsに調整した感光性物質を紫外線硬化させて得られる高分子膜を、コアあるいはクラッド部に用いることを特徴とする光導波路（請求項1の光導波路）。

【0006】

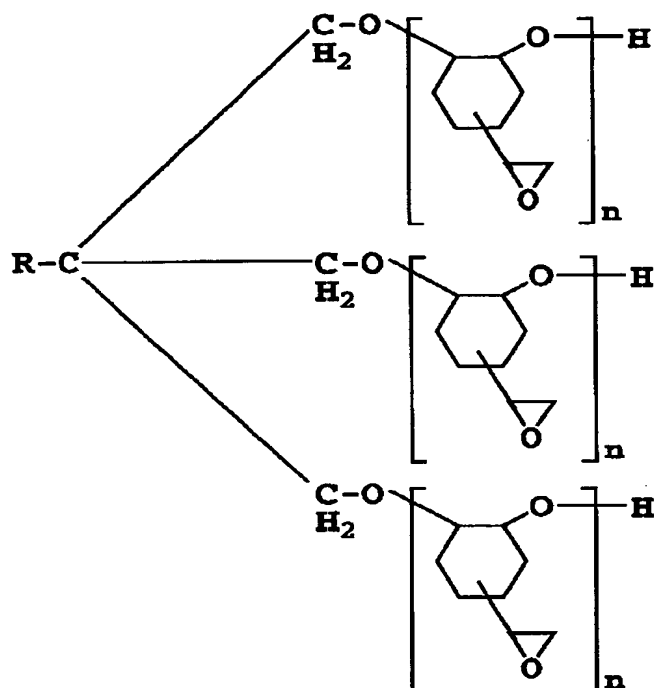
(2) 上記(1)に記載の感光性物質が、下記一般式(I)で表される反応性オリゴマーを含んでいることを特徴とする光導波路（請求項2の光導波路）。

【0007】

一般式(I)

【0008】

【化2】



【0009】

(ただし、 $R = C_m X_{2m+1}$ で表され、 n 、 m は自然数であり、 X は水素、重水素またはハロゲン基を示す。)

(3) 上記(1)に記載の感光性物質を、あるいは、上記一般式(I)で表される反応性オリゴマーを含む感光性物質を硬化させて下部クラッドを形成する。次に硬化した際に屈折率が前記クラッドに比して高くなるように調整された上記(1)に記載の感光性物質を、あるいは、上記一般式(I)で表される反応性オリゴマーを含む感光性物質を層状に形成し、これに光をマスクを通してあるいは集光された光を直接に照射してパターン上に潜像を形成し、その後、未照射部を溶媒にて除去することによりパターンを形成し、この部分を光が通るコア部分とする。このコア部分および前記下部クラッドの上部に、硬化した際に前記コア部より屈折率が低くなる上記(1)に記載の感光性物質を、あるいは、上記一般式(I)で表される反応性オリゴマーを含む感光性物質を塗布し、これに紫外線を照射して上部クラッドを形成する。これらにより光導波路を得ることを特徴と

する光導波路の作製方法（請求項3）。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、請求項1に記載の反応性オリゴマーを含んでいる感光性物質が、パターン形成できることを見出した。しかも、この感光性物質は、従来の感光性物質に比較してパターン形成能がきわめて優れるが判明した。本発明者らは、これらの知見を利用して本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、粘度を500 c p s ないし10,000 c p s に制御した材料が、光の照射を受けて膜を硬化し、適当な溶媒で現像することによって、急峻で滑らかな壁面を持つパターンを形成することを基にしている。このパターンを導波路のコアリッジに用いることにより、本発明の光導波路を実現する。

【0011】

光ファイバに対応して、様々なコアサイズを有する光導波路が考えられるが、請求項3で示した方法により光導波路を作製する場合、多様な光導波路を実現するためには、厚膜を均一に塗布する必要がある。膜を塗布するには、いろいろな方法があるが、スピコート法が簡便で良質な膜の作製が可能である。そこで、例えば、マルチモード光導波路に必要な50 μ mの厚膜化のために、スピコート回転数とスピコート時間を調べた。その結果、図1に示すように、一般的によく用いられるスピコート条件の範囲内で、回転数1,000 r p m程度で50 μ m以上の厚膜が塗布できるようにするためには、コア材料の粘度が500 c p s 以上必要であることが分かった。しかし、粘度を高くしていくと、膜厚の均一性が変化することが分かった。

【0012】

光ファイバと光導波路の接続を考えた場合、接続損失そのものと接続損失のばらつきとを両方とも抑える必要がある。光ファイバと光導波路の位置ずれが要因である接続損失およびそのばらつきは、アライメントを精度よく行うことにより、抑制可能である。位置ずれがない場合を仮定すると、この場合には、その接続損失は、光ファイバコアと光導波路コアの相対的な大きさに主に依存する。コア径がほぼ一定である光ファイバから矩形の光導波路へ光を入射する場合、光ファ

イバコアに対して光導波路コアの大きさが外接する以上の大きさ、内接する以下の大きさ、さらにこれらの中間の範囲の大きさの3種類の場合に分けて接続損失を考える。この3種の場合のうち接続損失自体の大きさを抑えるためには、光導波路コアの大きさが光ファイバコアに光導波路コアが外接する以上の大きさと外接と内接の中間の範囲であることが必要となる。さらに、光導波路コアが光ファイバコアに外接する以上の範囲では、光導波路コアの大きさがばらついても接続損失のばらつきには影響しないため、ばらつきの影響があらわれるのは、図2に示すように、光ファイバコアCfに対して光導波路コアCgの大きさが外接する大きさと内接する大きさの中間の範囲であり、この場合でのばらつきを考えればよい。

【0013】

この場合の接続損失をL (dB) とすると、

【0014】

【数1】

$$L = 10 \log \left[1 - \frac{4}{\pi} \left\{ \cos^{-1}(1+x) - (1+x) \sqrt{-x^2 - 2x} \right\} \right] \quad (1)$$

【0015】

で表される。ただし、式(1)において、xは光ファイバのコア径に対する光導波路のコア径のばらつき割合を表す。すなわち、光ファイバのコア径を D_1 、断面矩形の光導波路コアの一辺を D_2 とすると、 $x = (D_2 - D_1) / D_1$ である。通常、光導波路を用いる場合には、接続損失は0.5 dB以内が一般的であるため、そのばらつきも0.5 dB以内に抑えればよい。そこで、接続損失のばらつきが0.5 dB以内におさまるxの範囲を、次に求めた。

【0016】

光ファイバのコア径に対する光導波路のコア径のばらつきxに対する接続損失を図3に示したが、図3から分かるように、接続損失のばらつきを-0.5 dB以内におさめるためには、光導波路コア径の均一性を13%以下にしなければならない。コア径の均一性は、膜厚の均一性とコア幅の均一性とに関係するが、そのうち13%以内の膜厚均一性が得られる粘度の範囲を調べた結果、図4に示す

ように、10,000 cps 以下であった。また、この粘度を有する材料をパターンニングした際のコア幅のばらつきは、露光の際に生じるが、これらは露光条件にもよるが、最適化した際には、十分に13%以下であることが分かった。すなわち、膜厚の均一性が接続損失を律則する。

【0017】

以上から、本発明の請求項1, 2に記載の材料では、粘度を500 cps から10,000 cps に調整すると、マルチモード光導波路に必要な50 μ m以上のコア径を有し、接続損失のばらつきが0.5 dB以内の光導波路を、再現性よくパターン形成可能であることが分かった。

【0018】

以下に、本発明における光導波路の特徴を列挙する。

【0019】

(i) 本発明において反応性オリゴマーを含む感光性物質は、光硬化する前の状態が液体であり、均一性を高くできるので、紫外、可視域の光透過特性に優れ、光照射により硬化する膜が厚くなっても十分な解像度を有し、散乱損失等の少ない光導波路を形成することができる。

【0020】

(ii) 本発明において反応性オリゴマーを含む感光性物質は、光硬化する前の状態が液体であるため、凹凸を有する部分があっても平坦化が可能で、くまなく浸透し、様々な形状に対応した膜形成が容易となり、多様な光導波路を形成することができる。

【0021】

(iii) 本発明において反応性オリゴマーを含む感光性物質は、オリゴマーがランダムに連結され硬化するため、複屈折性の小さい光導波路を形成することができる。

【0022】

(iv) 本発明における反応性オリゴマーを含んでいる感光性物質は、薄膜の形成工程に対応した適当な粘性を得ることができる。このため、本発明の請求項3に記載の導波路作製方法を用いて導波路を作製した際、特に粘度を500 cps

s から 10, 000 cps に調整した材料では、コア形状を矩型に近くでき、均一性に優れた導波路特性が得られる。

【0023】

(v) 本発明において反応性オリゴマーを含む感光性物質は、数種類のオリゴマー材料を混合して調整されるため、本発明の光導波路を構成するコア、クラッドの屈折率を広範囲に制御することが可能となる。

【0024】

なお、本発明の光導波路に用いる反応性オリゴマーの高分子化は、成分中に含まれる反応基間の光による反応によって重合することで、行われる。反応を効率よく十分に起こさせるためには、光重合開始剤を添加することが必要となる。光重合開始剤としては、一般に光重合開始剤として用いられているものであればよく、ジアソニウム塩、スルホニウム塩、ヨードニウム塩、セレンニウムなどエポキシ樹脂に有効性が知られている公知の化合物を任意に選択して使用することができる。

【0025】

ジアソニウム塩は、一般式 $A: Ar-N_2^+X^-$ で表わすことができる。Ar としては、例えば、オルト、メタ、パラの各ニトロフェニル、メトキシフェニル、2, 5-ジクロロフェニル、p-(n-モルホリノ)フェニル、2, 5-ジエトキシ-4-(p-トリメルカプト)フェニルなどの基を示すことができる。X⁻ は、アニオンを表わし、例えば、BF₄⁻、FeCl₄⁻、PF₄⁻、AsF₆⁻、SbF₆⁻などを示すことができる。

【0026】

スルホニウム塩としては、例えば、ビス-[4-(ジフェニルスルホニウム)フェニル]スルフィド-ビス-ヘキサフルオロホスフェート、ビス-[4-(ジフェニルスルホニウム)フェニル]スルフィド-ビス-ヘキサフルオロアンチモネート等の他に特公昭59-42688号公報の第15頁第24行目から第18頁第1行目に記載されている化合物を用いることができる。

【0027】

ヨードニウム塩としては、例えば、ジ-(4-ter-ブチルフェニル)ヨ-

ドニウムヘキサフルオロフォスフェート、ジー（4-ter-ブチルフェニル）ヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート等の他に特公昭59-42688号公報の第11頁第28行目から第12頁第30行目に記載されている化合物を用いることができる。

【0028】

セレンウム塩としては、トリフェニルセレンウムヘキサフルオロアンチモネート、4-ter-ブチルフェニルジフェニルテトラフルオロボレート、2,3-ジメチルフェニルジフェニルアンチモネートなどが挙げられる。

【0029】

請求項1に記載の化合物を構成する物質と、あるいは一般式（I）で表される化合物と混合して使用される化合物の例としては、3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、3,4-エポキシシクロヘキシルエチル-8,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、ビニルシクロヘキセンジオキシド、アリルシクロヘキセンジオキシド、8,4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル-5,5-スピロ-3,4-エポキシ)シクロヘキサン-m-ジオキサン、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)アジペート、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)エーテル、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)エーテル、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシル)ジエチルシロキサンなどの脂肪族環状エポキシ化合物、ポリブタジエンジグリシジルエーテル、ポリ-1,4-(2,3-エポキシブタン)-CO-1,2-(8,4-エポキシ)-CO-1,4-ブタジエンジオール、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1,6-ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ジブromoネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、O-フタル酸グリシジルエステル、トリメチロールプロパンポリグリシジルエーテル、ジグリセロールポリグリシジルエーテル、ポリグリセロールポリグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグ

リシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、フェノールペンタ（オキシエチレン）グリシジルエーテル、p-tert-ブチルフェニルグリシジルエーテル、ジブロモフェニルグリシジルエーテル、ラウリルアルコールペンタデカ（オキシエチレン）グリシジルエーテル、ソルビタンポリグリシジルエーテル、ペンタエリスリ4-トールポリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリス（2-ヒドロキシエチル）イソシアヌレート、レゾルシンジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレングリコールジグリシジルエーテル、アジピン酸ジグリシジルエステル、ヒドロキノンジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、テレフタル酸ジグリシジルエステル、グリシジルフタルイミド、ジブロムフェニルグリシジルエーテル、ジブロモネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、セチルグリシジルエーテル、ステアリルグリシジルエーテル、p-オクチルフェニルグリシジルエーテル、p-フェニルフェニルグリシジルエーテル、グリシジルベンゾエート、グリシジルアセテート、グリシジルブチレート、スピログリコールジグリシジルエーテル、還元マルトースポリグリシジルエーテル、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールGジグリシジルエーテル、ビスフェノールGジグリシジルエーテル、テトラメチルビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシジルエーテル、ビスフェノールCジグリシジルエーテル、1,3-ビス（1-（2,3-エポキシプロパキシ）-1-トリフルオロメチル-2,2,2-トリフルオロエチル）ベンゼン、1,4-ビス（1-（2,3-エポキシプロパキシ）-1-トリフルオロメチル-2,2,2-トリフルオロエチル）ベンゼン、4,4'-ビス（2,3-エポキシプロパキシ）オクタフルオロビフェニル、テトラグリシジル-m-キシリレンジアミン、テトラグリシジルジアミノジフェニルメタン、トリグリシジル-p-アラミノフェノール、トリグリシジル-m-メタミノフェノール、ジグリシジルアエリン、ジグリシジルトリブロムアニリン、テトラグリシジルビスアミノメチルシクロヘキサン、テトラフルオロプロピルグリシジルエーテル、オクタフルオロペンチルグリシジルエーテル、ドデカフルオロオクチルジグリシジルエーテル、スチレンオキシド、リモネンジエポキシド、リモネンモノオキシド、 α -ピネンエポキシド、 β -ピネ

ンエポキシドなどのエポキシ化合物が、挙げられる。

【0030】

請求項1に記載の500cpsから10,000cpsに感光性物質の粘度調整を行う化合物の例としては、請求項2に記載の反応性オリゴマーの他に、ビスフェノールA系エポキシ、ビスフェノールS系エポキシ、スピロ環系エポキシ、ビスフェノールAジビニロキシエーテル、ハイドロキノンジビニロキシエチルエーテル、ハイドロキノンジグルシジルエーテル、テトラフタル酸ジグリシジルエーテル、フッ素化エポキシ、脂環式エポキシ、カルドエポキシ、ナフタレン系エポキシ、ジシクロペンタジエン型エポキシ、ブロモ化エポキシ、シアキートエステル系エポキシ、フェノールノボラック系エポキシ、クレゾールノボラック系エポキシ、ビニルエーテル系エポキシなどの化合物が、挙げられる。

【0031】

【実施例】

本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

【0032】

(実施例1)

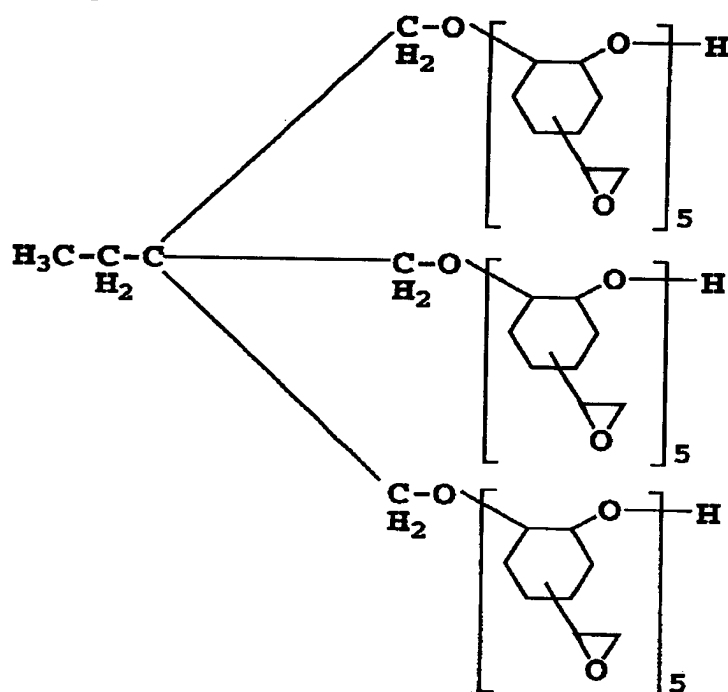
以下に示した構造式を有する反応性オリゴマー25wt%と光重合開始剤2wt%とから調整した粘度2,000cpsの感光性樹脂材料(A)を準備した。

【0033】

構造式

【0034】

【化3】



【0035】

この感光性樹脂材料（エポキシ樹脂）（A）の硬化後の屈折率は、波長0.85 μm で1.535であった。

【0036】

次に、図5に示すように、シリコン基板3上に反応性オリゴマー40wt%と光重合開始剤2wt%、粘度1,500cpsの感光性樹脂材料（B）をスピコートにより塗布して、その全面に紫外線（UV光）4を照射して、下部クラッド層5を作製した。

【0037】

次に、図6に示すように、下部クラッド層5の上に前記樹脂材料（A）をスピコートにより塗布した（塗布層6）。なお、下部クラッド層5の硬化後の屈折率は波長0.85 μm で1.52であった。

【0038】

次に、図8に示したような導波路パターンを有するマスク7を介して、図7に示すように、UV光4を照射した。照射量は2,000 mJ/cm^2 であった。

その後、この試料を有機溶剤で現像したところ、マスク7のパターンに従い、光照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図9に示すような形状の40 μ m幅のリッジパターン8が作製できた。

【0039】

その後、図10に示すように、このリッジパターン8および下部クラッド層5の上に、硬化後の屈折率が波長0.85 μ mで1.52になる粘度1,500 c p sの感光性樹脂材料(C)を塗布してUV光4を照射して硬化させ、光導波路を作製した。この操作により屈折率1.52のUV効果エポキシ樹脂からなる下部クラッド層5と上部クラッド層10、および屈折率1.535のUV硬化エポキシ樹脂からなるコア9を有するマルチモードチャンネル導波路が作製できた。

【0040】

得られた光導波路をダイシングソーによって5 cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、波長0.85 μ mで0.5 dB以下、1.3 μ mで1.5 dB以下であり、接続損失のばらつきは0.3 dBであった。また、挿入損失の偏波依存性は、波長1.3 μ mでも0.1 dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は、75℃/90%RHの条件下においても、1ヶ月以上変動しなかった。さらに、100℃以上の耐熱性を有することを確認した。

【0041】

また、本実施例で示した直線光導波路のほか、マルチモード光導波路の合分岐素子やスターカップラ等を作製したが、いずれの場合も導波路損失として0.85 μ mで0.1 dB/cm以下であることを確認できた。

【0042】

(実施例2)

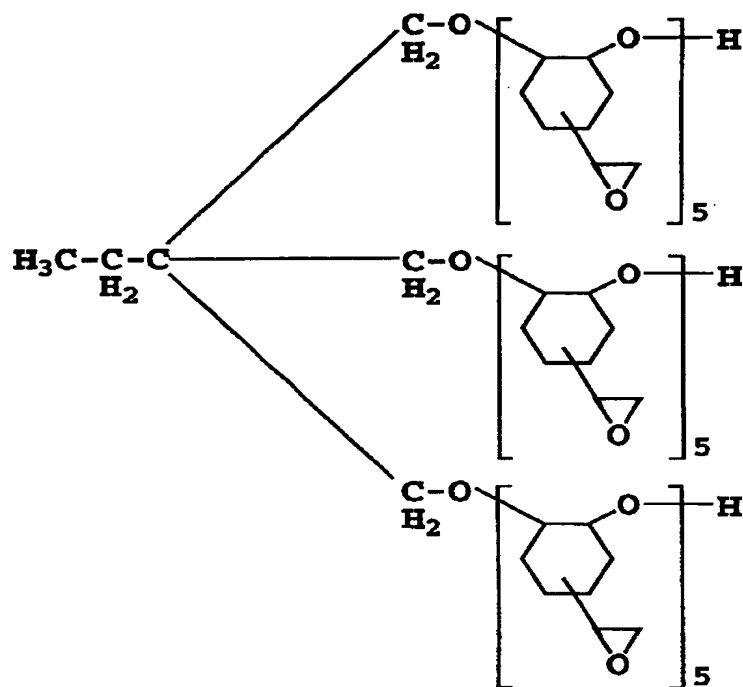
実施例1と同様の方法により、シングルモード光導波路を作製した。以下に示した構造式を有する反応式オリゴマー30 wt %と光重合開始剤2 wt %とから調製した粘度2,500 c p sの感光性樹脂材料(D)を準備した。

【0043】

構造式

【0044】

【化4】



【0045】

このエポキシ樹脂の屈折率は、波長 $1.3 \mu\text{m}$ で 1.50 であった。

【0046】

次に、図11に示すように、シリコン基板11上に、反応性オリゴマー45wt%と光重合開始剤2wt%からなる粘度1,800cpsの感光性樹脂材料(E)をスピコートにより塗布し、この塗布層の全面に紫外線(UV光)12を照射して、下部クラッド層13を作製した。

【0047】

次に、図12に示すように、下部クラッド層13の上に前記樹脂材料(D)をスピコートにより塗布した。その後、この塗布層14に、図14に示したような導波路パターンを有するマスク15を介して、図13に示すように、UV光12を照射した。照射量は $2,000 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ であった。

【0048】

その後、この試料を有機溶剤で現像したところ、マスク15のパターンに従い

、光照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図15に示すような形状の $8\mu\text{m}$ 幅のリッジパターン16が作製できた。このリッジパターン16の硬化後の屈折率は波長 $1.3\mu\text{m}$ で1.504であった。その後、図16に示すように、このリッジパターン16および下部クラッド層13の上に、光硬化時の屈折率が波長 $1.3\mu\text{m}$ で1.50になる感光性樹脂材料(F)を塗布し、この塗布層にUV光12を照射して硬化させ、上部クラッド層18を形成した。この操作により屈折率1.50のUV硬化エポキシ樹脂からなる下部クラッド層13と上部クラッド層18、および1.504の屈折率のUV硬化エポキシ樹脂からなるコア17を有するシングルモードチャンネル導波路が作製できた。

【0049】

得られた光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、挿入損失を測定したところ、 $1.3\mu\text{m}$ で3dB以下であり、接続損失のばらつきは0.4dBであった。また、挿入損失の偏波依存性は、波長 $1.3\mu\text{m}$ でも0.1dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は、 $75^{\circ}\text{C}/90\%\text{RH}$ の条件下においても、1ヶ月以上変動しなかった。さらに、 100°C 以上の耐熱性を有することを確認した。

【0050】

また、本実施例で示した直線光導波路のほか、シングルモード光導波路の合分波素子や方向性結合器、合分岐素子等の作製が可能であった。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明にかかる光導波路の作製方法は大変簡易な方法である。この作製方法により作製した本発明の光導波路は、高品質な高分子光導波路である。これらのことから、本発明による高分子光導波路は、量産が必要となるような光導波路型部品への適用に有利である。したがって、本発明は、一般光学や微小光学分野で、さらに光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光導波路、光集積回路または光配線板等に好適に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光導波路を構成する樹脂材料の粘度と膜厚との関係を示すグラフである。

【図 2】

本発明を説明するためのもので、光ファイバ径に対する相対的光導波路コア径との関係を示す断面図である。

【図 3】

本発明を説明するためのもので、光ファイバコアと光導波路の一接続例におけるコア径と接続損失との関係を示すグラフである。

【図 4】

本発明を説明するためのもので、本発明を構成する樹脂材料の粘度と膜厚均一性との関係を示すグラフである。

【図 5】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、下部クラッド層を有する基板の断面図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、材料塗布層を有する基板の断面図である。

【図 7】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、材料塗布層を有する基板にマスクをかぶせて UV 光照射した状態の断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、マスクの平面図である。

【図 9】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、リッジパターンを形成した状態の基板の断面図である。

【図 10】

本発明の第 1 の実施例を説明するためのもので、本発明の第 1 の実施例により

形成した光導波路の断面図である。

【図 1 1】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、下部クラッド層を有する基板の断面図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、材料塗布層を有する基板の断面図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、材料塗布層を有する基板にマスクをかぶせて UV 光照射した状態の断面図である。

【図 1 4】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、マスクの平面図である。

【図 1 5】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、リッジパターンを形成した状態の基板の断面図である。

【図 1 6】

本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、本発明の第 2 の実施例により形成した光導波路の断面図である。

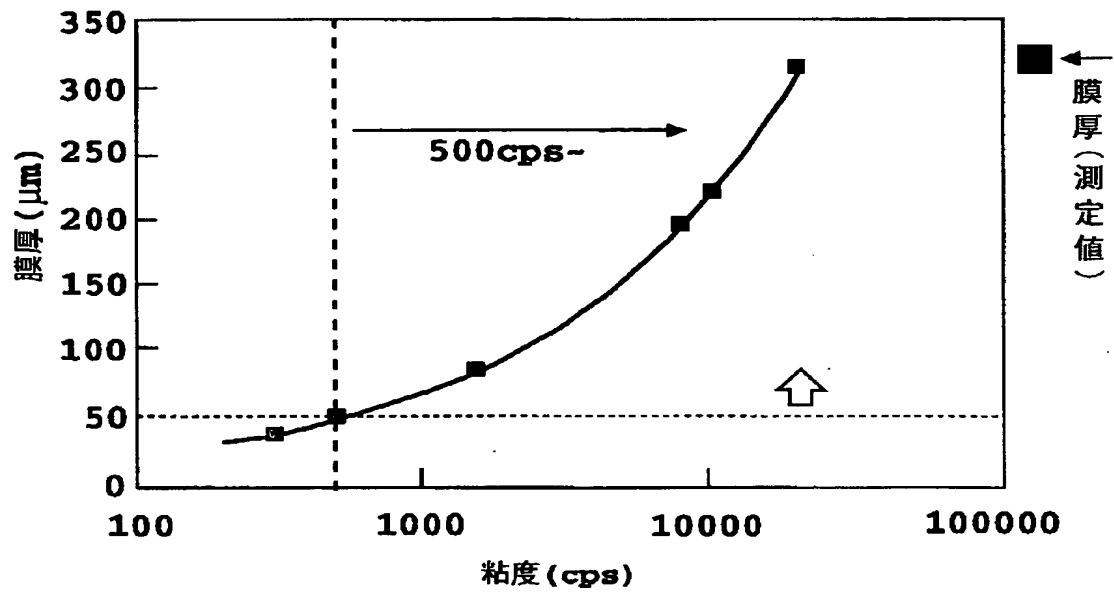
【符号の説明】

- 3 シリコン基板
- 4 紫外線（UV 光）
- 5 下部クラッド層
- 6 樹脂材料 A を塗布した層
- 7 マスク
- 8 リッジパターン
- 9 コア
- 1 0 上部クラッド層
- 1 1 シリコン基板
- 1 2 紫外線（UV 光）

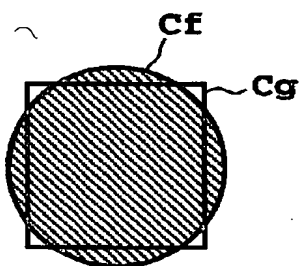
- 13 下部クラッド層
- 14 樹脂材料Dを塗布した層
- 15 マスク
- 16 リッジパターン
- 17 コア
- 18 上部クラッド層

【書類名】 図面

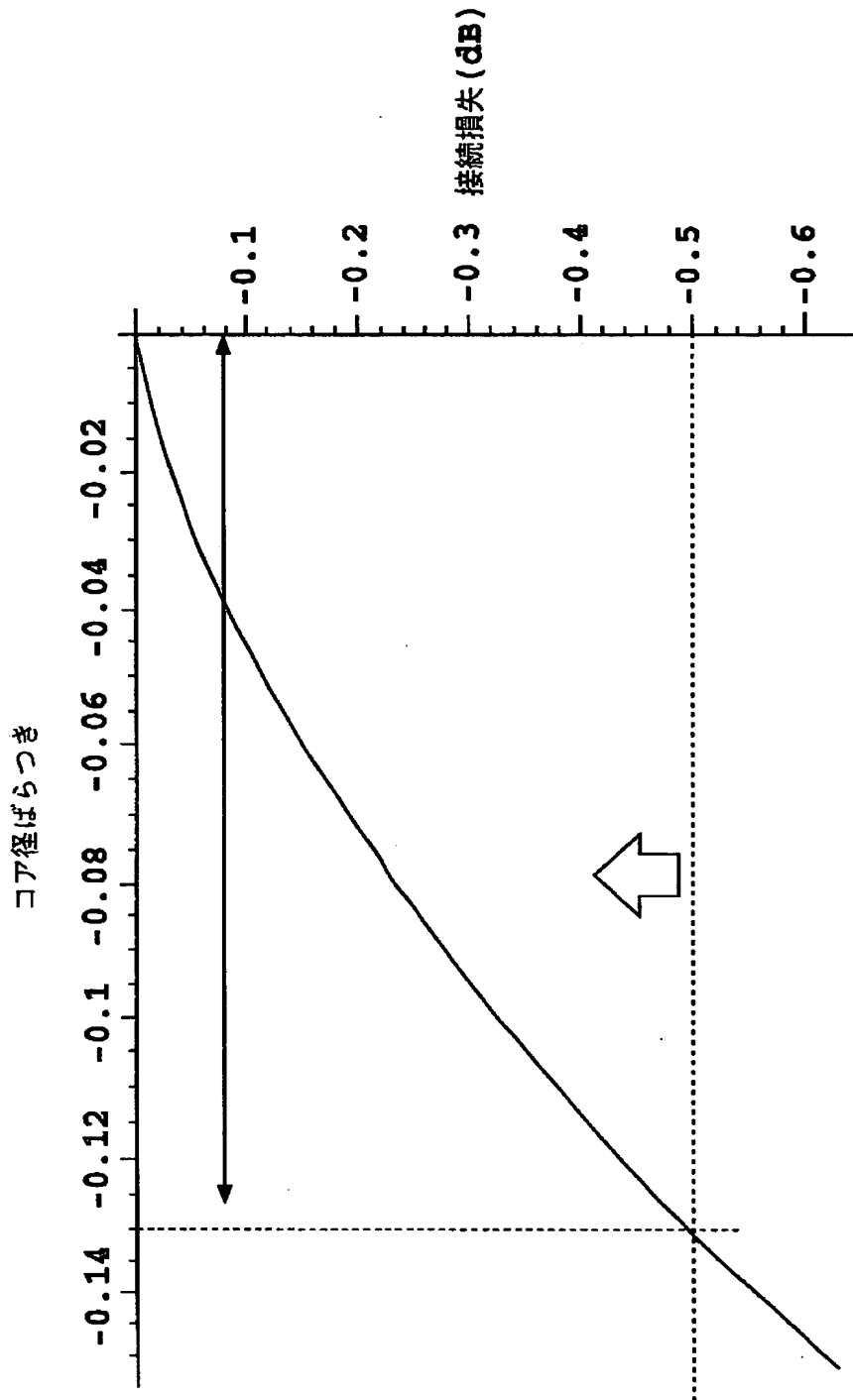
【図 1】



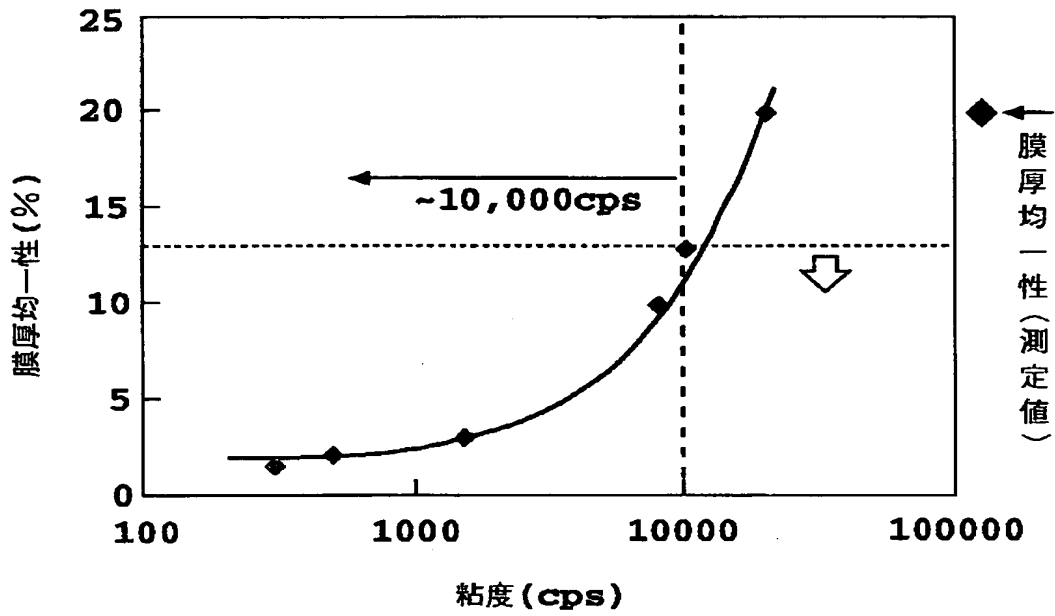
【図 2】



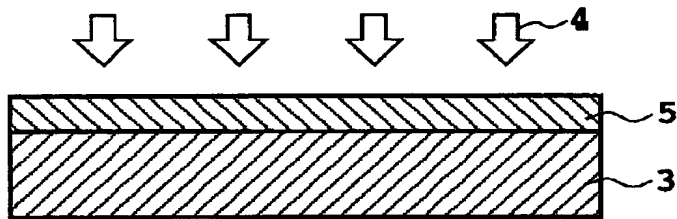
【図 3】



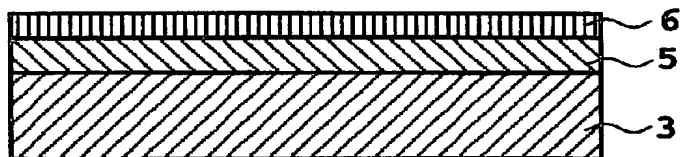
【図 4】



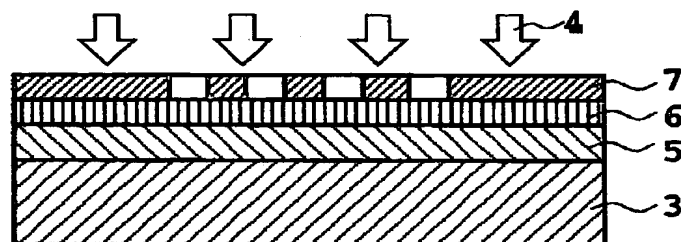
【図 5】



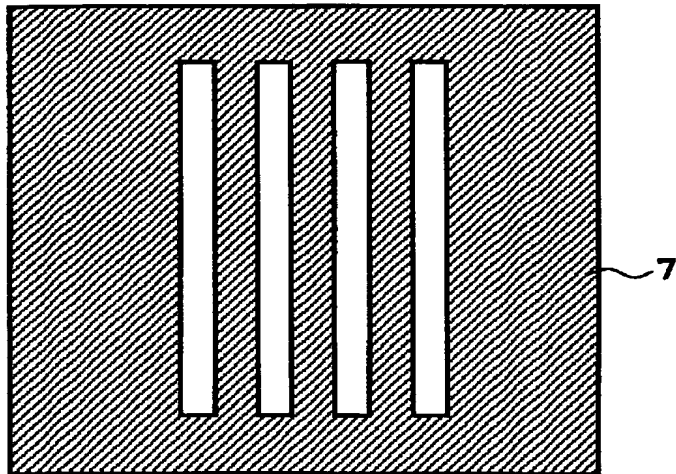
【図 6】



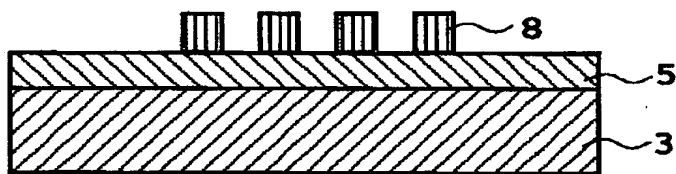
【図 7】



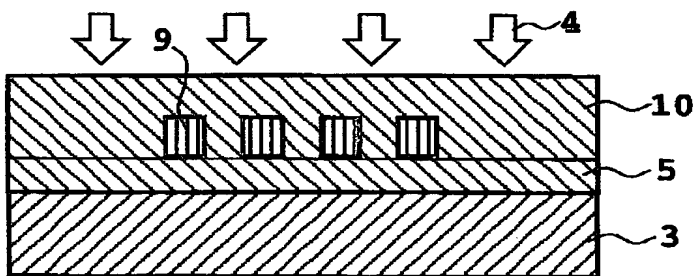
【図 8】



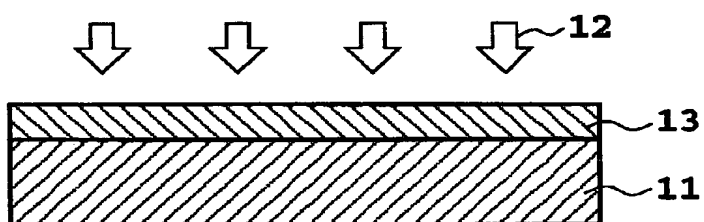
【図 9】



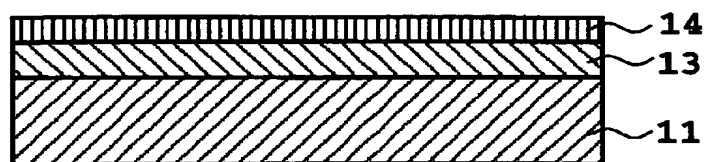
【図 10】



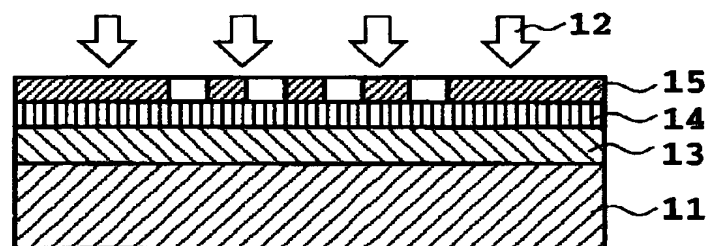
【図 11】



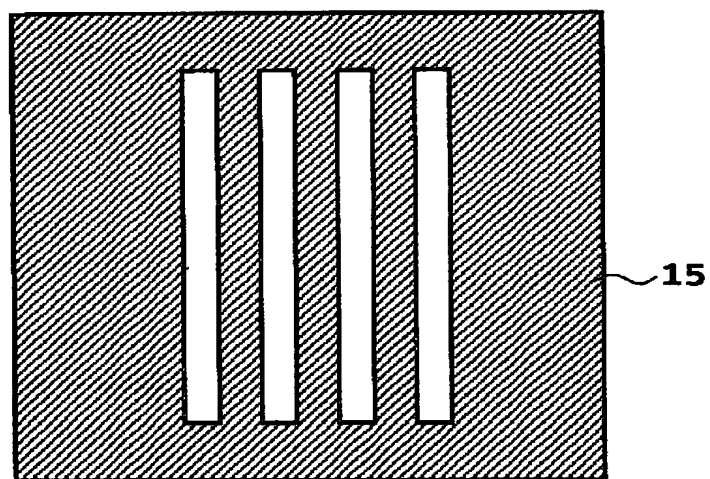
【図 12】



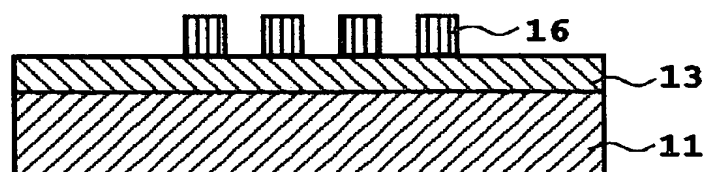
【図 13】



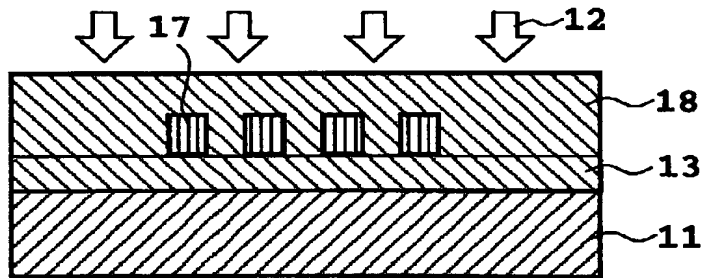
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高分子材料を用いて低価格化と高性能化を同時に満足する光導波路およびその作製方法を提供する。

【解決手段】 エポキシ環を少なくとも一つ以上含む反応性オリゴマーを成分の一つとし、粘度を500cpsから10,000cpsに調整した感光性物質を紫外線硬化させて得られる高分子膜を、コアあるいはクラッド部に用いる。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004226
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

申請人
【識別番号】 100077481
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目1番31号 第6セイコービル3階
【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5-1-31 第6セイコービル3階 谷・阿部特許事務所
【氏名又は名称】 阿部 和夫

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1995年 9月21日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
氏 名 日本電信電話株式会社